

CONCRETO ESTRUTURAL COM ADIÇÃO DE FIBRAS VEGETAIS

STRUCTURAL CONCRETE PLANT FIBER ADDITION

OLIVEIRA, Carlos Augusto de Souza

Doutor em Engenharia Metalúrgica e de Minas pela UFMG,
professor do curso de Engenharia da Mobilidade pela
Universidade Federal de Itajubá – Campus Avançado de
Itabira
Email: carlosoliveira@unifei.edu.br

GOUVEIA, Leonardo Lúcio de Araújo

Mestre em geografia, professor de geologia, departamento
de Engenharia Metalúrgica, Universidade do Estado de
Minas Gerais, Campus Faenge, João Monlevade, Minas
Gerais
Email: gouveialeo@yahoo.com.br

TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez

Doutor em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela
UFRJ, professor de materiais metálicos pela Universidade
Federal de Itajubá – Campus Avançado de Itabira
Email: ricardo.luiz@unifei.edu.br

RESUMO

Este trabalho apresenta o resultado da adição de fibras vegetais de bambu e cana-de-açúcar nas propriedades mecânicas do concreto. Para este trabalho foram confeccionados corpos-de-prova cilíndricos e prismáticos nos quais foram adicionados 2% e 5% em volume das fibras à massa do concreto. Após a cura, conforme NBR 5738 (2003) [1], os mesmos foram testados via ensaios de resistência à compressão conforme NBR 5739 (2007) [2], resistência à tração por compressão diametral, conforme NBR 7222 (2011) [3], resistência à tração na flexão conforme NBR 12142 (2010) [4] e módulo de elasticidade estático, conforme NBR 8522(2008) [5]. Verificou-se após os testes que todos os concretos produzidos atenderam a resistência mínima a compressão de 20 MPa, recomendado pela NBR 6118 (2003) [6] para fins estruturais.

Palavras-chave: concreto; fibras; propriedades mecânicas; construção civil.

ABSTRACT

This paper presents the results of the addition of vegetable fibers from bamboo and sugar cane on the mechanical properties of concrete. Implementing the same body-of-proof cylindrical and prismatic, which were added 2 % to 5 % per volume of fibers to the mass of concrete were made. After healing according to NBR 5738 (2003) [1], they were tested by testing of compressive resistance, according to NBR 5739 (2007) [2], tensile strength by diametric compression according to NBR 7222(2011) [3], tensile strength in bending according to NBR 12142 (2010) [4] and static modulus, according to NBR 8522(2008) [5]. It was found after testing all concretes produced met the minimum strength of 20 MPa recommended by NBR 6118 (2003) [6] for structural purposes.

Keywords: concrete, fiber; mechanical properties; civil construction.

1 INTRODUÇÃO

As principais vantagens da utilização dos concretos reforçados com fibras vegetais, (CRFV), advêm do baixo custo de obtenção e de suas características adequadas ao emprego como reforço de materiais frágeis [7-11]. Outro fator importante da utilização dos CRFV se deve ao fato de serem recursos naturais renováveis, e, portanto, não degrada o meio ambiente [12].

A adição de fibras à mistura é uma maneira eficiente de se conferir ao concreto maior resistência à tração, ao impacto, à fadiga, melhor tenacidade e ductilidade [13-15]. As fibras não impedem a formação de fissuras nos compósitos, mas, são capazes de aumentar a resistência à tração pelo controle da propagação de fissuras. [16-19].

A utilização das fibras vegetais como material de reforço ao concreto tem se mostrado positivo em muitos aspectos, no entanto, é necessário consolidar este estudo. Buscou-se através deste trabalho avaliar a influência da adição das fibras de bambu e cana-de-açúcar nas propriedades mecânicas do concreto através dos ensaios de compressão, compressão diametral, tração na flexão e módulo de elasticidade e comparar os resultados com os valores de propriedades mecânicas exigidas pelas normas brasileiras para construção civil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para execução prática deste trabalho foram confeccionados corpos de provas de concreto cilíndricos e prismáticos. Também realizou-se a caracterização de todos os insumos utilizados na confecção dos corpos-de-prova.

2.1- Cimento

Foi utilizado o cimento Portland CP-IV 32 RS, conforme NBR 5736 [21].

2.1.2- Areia

A areia quartzosa utilizada neste trabalho é oriunda do Rio Piracicaba- MG. De acordo com a análise granulométrica realizada o agregado miúdo apresentou dimensão máxima característica de 1,2 mm e módulo de finura igual a 1,86. Demais ensaios de caracterização do agregado miúdo evidenciou que o mesmo possui massa específica de 2660 kg/m³ e massa específica aparente de 1385 kg/ m³.

2.1.3- Brita

O agregado graúdo utilizado neste trabalho é de origem metamórfica (brita de gnaiss). A dimensão máxima característica brita de gnaiss utilizada nessa pesquisa é de 25 mm. Além disso, o agregado possui massa específica absoluta de 2668 kg/m³ e massa específica aparente de 1356 kg/m³.

2.1.4- Fibras

As fibras utilizadas nesse trabalho foram de bambu e cana-de-açúcar. Antes de serem incorporadas ao concreto elas passaram pelo processo de lavagem com água corrente e foram secadas a 100 °C por 24 horas. As fibras de bambu apresentaram comprimento médio de 4,5 cm, enquanto cana-de-açúcar 3,5 cm. A figura 1 mostra as fibras após lavagem e secagem.



Figura 1- Fibras vegetais de bambu e cana-de-açúcar respectivamente [23]

2.1.5- Aditivo

Neste trabalho foi utilizado o aditivo hiperplastificante. Utilizou esse aditivo químico de modo a garantir a trabalhabilidade do concreto quando da inclusão das fibras.

2.2- Confeção dos concretos e moldagem dos corpos-de-prova

Com o objetivo de estudar o comportamento das propriedades mecânicas de resistência do concreto reforçado com fibras vegetais, foram adicionadas 2% e 5% de fibras de bambu e cana-de-açúcar à massa concreto. Para o cálculo do traço, a relação água cimento foi de 0,56, no entanto, a adição do aditivo interferiu na nesta relação, então a nova razão passou a ser 0,45.

1: 1,73: 3,34: 0,45

A confecção do concreto foi realizada com o auxílio de uma betoneira de queda livre, as fibras vegetais foram os últimos componentes a serem adicionados na mistura. A tabela 1 mostra as características dos traços. Como pode ser observado a única alteração ocorrida foi na adição das fibras.

Tabela 1- Características dos traços [23]

BETONADAS	ADIÇÕES			RUPTURAS
	TRAÇO	Fibras(g)	Aditivo (ml)	
	(c: a: b:) Kg			
0% fibra	6,2: 10,69: 20,67	0	17,36	28 dias
2% bambu	6,2: 10,69: 20,67	22,5	17,36	28 dias
5% bambu	6,2: 10,69: 20,67	56,3	17,36	28 dias
2% Cana-de-açúcar	6,2: 10,69: 20,67	28,4	17,36	28 dias
5% Cana-de-açúcar	6,2: 10,69: 20,67	71,03	17,36	28 dias

Posteriormente, foram confeccionados 35 corpos de prova cilíndricos nas dimensões de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura, bem como 15 corpos de prova prismáticos com seção de 4 cm x 4 cm e comprimento de 16 cm, conforme ilustrado na figura 2.



Figura 2 - Corpos de prova prismáticos e cilíndricos respectivamente [23]

2.3- Ensaio mecânicos

As avaliações das propriedades de mecânicas dos concretos reforçados com fibras vegetais foram obtidas através do ensaio resistência à compressão; resistência à tração na flexão; resistência à tração por compressão diametral e módulo de elasticidade estático.

2.3.1- Resistência à compressão

O ensaio de compressão axial consiste em determinar a carga máxima de ruptura suportada pelo corpo de prova. Este ensaio segue a NBR 5739(2007).

2.3.2- Resistência à tração por compressão diametral

O ensaio é determinado pela ação de duas forças de compressão distribuídas linearmente e diametralmente opostas. Essas ações são fornecidas por uma prensa mecânica, gerando ao longo do diâmetro solicitado, tensões de tração uniformes perpendiculares ao diâmetro do corpo de prova. As forças são aplicadas até que ocorra à ruptura do corpo de prova por tração indireta. Este ensaio segue a NBR 7222 (2011).

2.3.4- Resistencia à tração na flexão

Para a realização deste ensaio, um corpo-de-prova de seção prismática é submetido à flexão, com carregamentos em duas seções simétricas, até à ruptura. O ensaio também é conhecido por “carregamento nos terços”, pelo fato das seções carregadas se encontrarem nos terços do vão. Este ensaio segue a NBR 12142 (2010).

2.3.4- Módulo de elasticidade estático

O módulo de elasticidade é a relação entre a tensão aplicada e deformação abaixo de um limite proporcional adotado. O módulo de deformação estático para um concreto sob compressão axial é determinado a partir da declividade da curva tensão-deformação obtida em ensaios de corpos de prova cilíndricos. Este ensaio segue a NBR 8522(2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico apresentam-se os resultados obtidos nos ensaios de resistência mencionados anteriormente. Estes dados permitem avaliar as propriedades de resistência do concreto reforçado com fibras de bambu e cana-de-açúcar.

A figura 3 mostra os dados referentes ao ensaio de resistência à compressão axial. Pode ser observado que o menor valor de resistência à compressão ocorreu no bloco de concreto sem adição de fibras, e o maior valor ocorreu no concreto com adição de 2% de bambu.

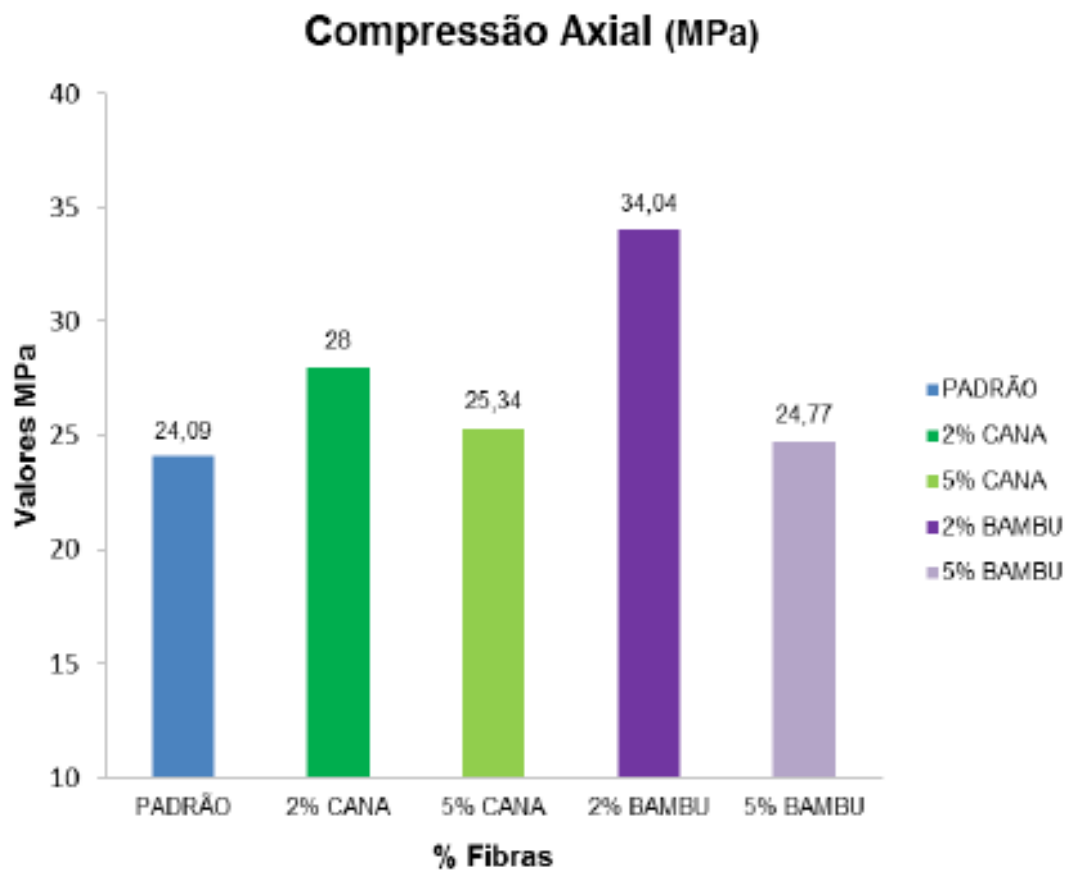


Figura 3 - Dados referentes ao ensaio de resistência à compressão axial [23]

A figura 4 mostra os dados referentes ao ensaio de resistência à tração por compressão diametral. Pode ser observado que o menor valor de resistência também ocorreu no bloco de concreto sem adição de fibras, e o maior valor ocorreu no concreto com adição de 2% de bambu.

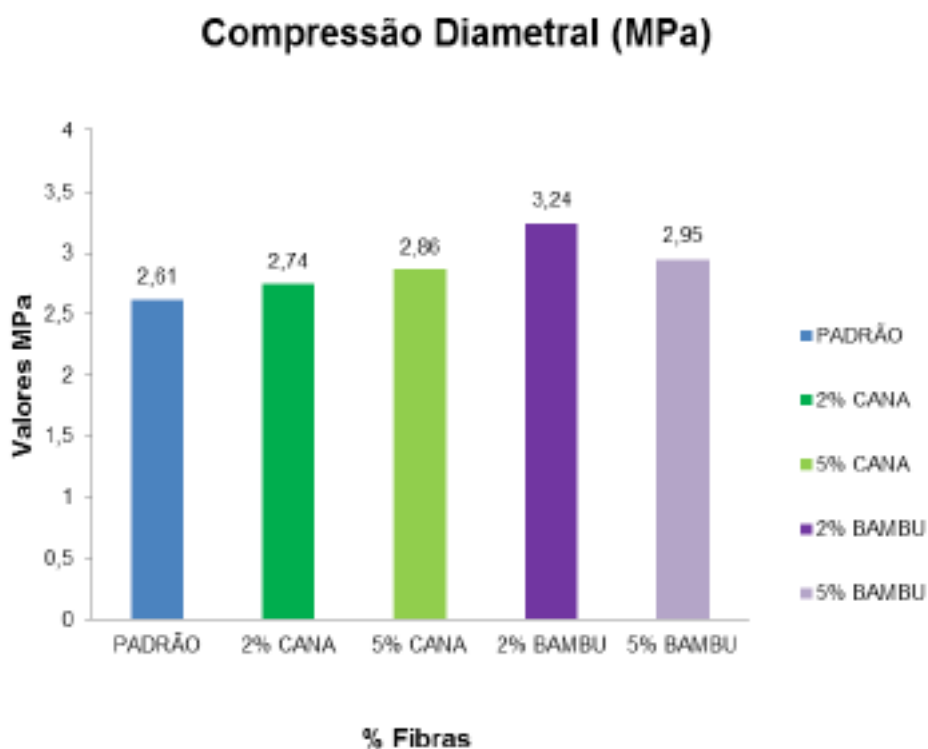


Figura 4 - Dados referentes ao ensaio de resistência à tração por compressão diametral [23]

A figura 5 mostra os dados referentes ao ensaio de resistência à tração na flexão. Pode ser observado que o menor valor de resistência ocorreu no bloco de concreto sem adição de fibras, e o maior valor ocorreu no concreto com adição de 5% de cana-de-açúcar.

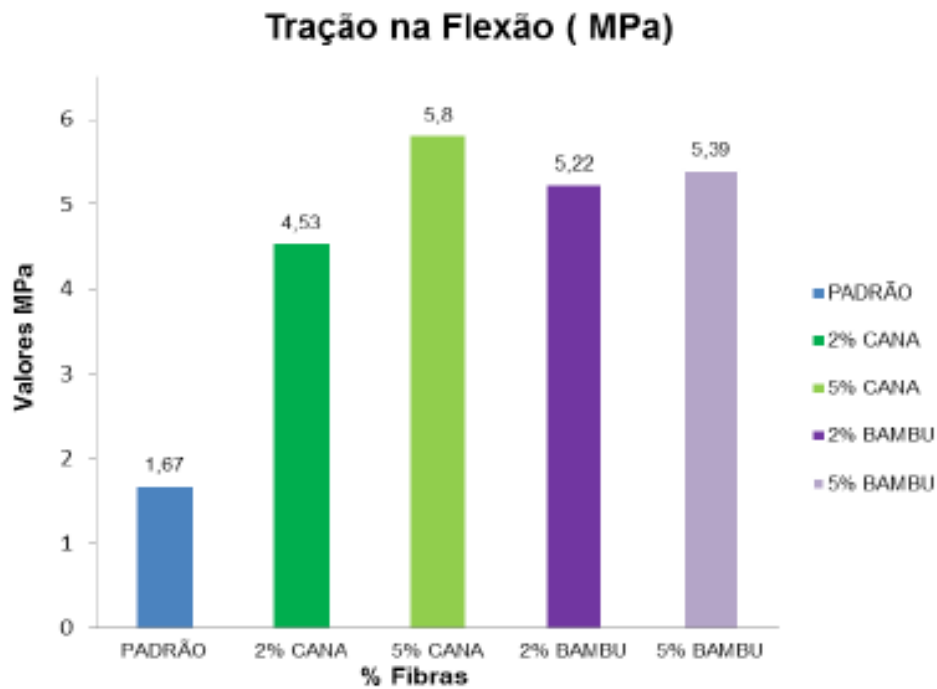


Figura 5 - Dados referentes ao ensaio de resistência à tração na flexão [23]

A figura 6 mostra os dados referentes ao módulo de elasticidade estático. Pode ser observado no gráfico que os valores estão bem equiparados. O maior valor ocorreu com 2% de bambu e o menor valor ocorreu com 5% de cana-de-açúcar.

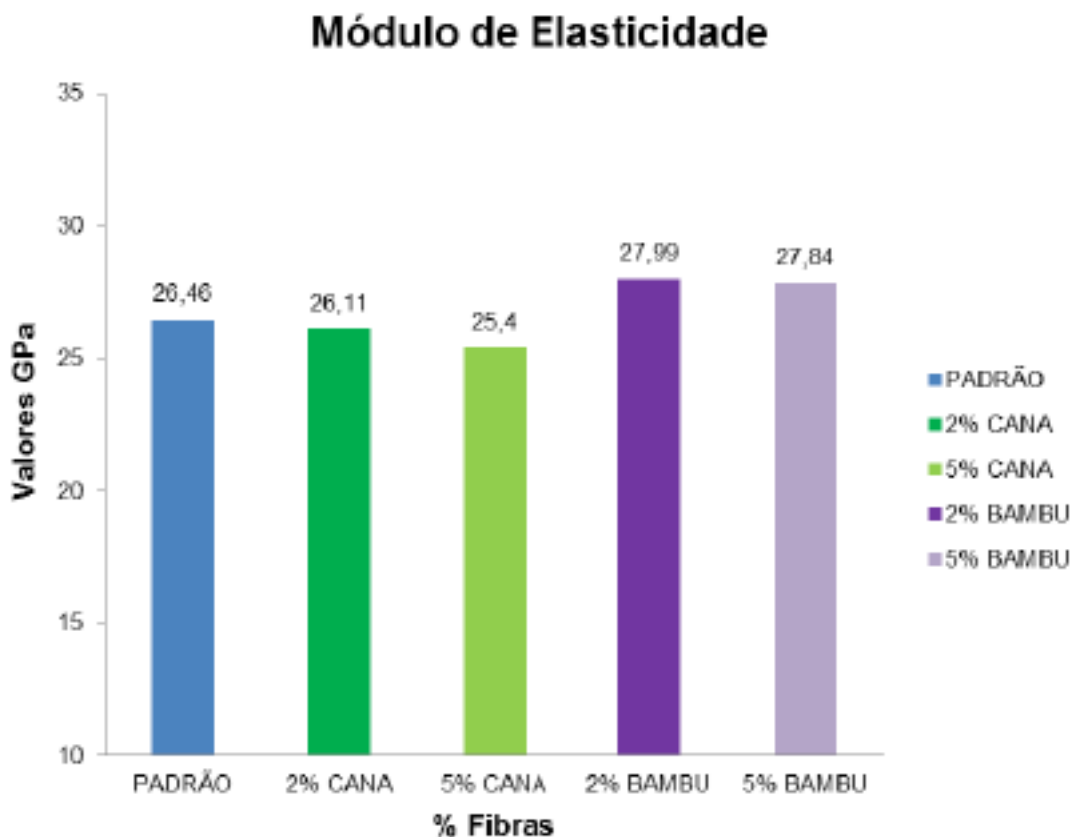


Figura 6 - Dados referentes ao módulo de elasticidade estático [23]

4 CONCLUSÕES

Segundo testes realizados em laboratório, o emprego de fibras vegetais à formulação de concretos é tecnicamente viável. Todos os concretos produzidos atenderam a resistência mínima de 20 MPa, estabelecidos pela NBR 6118 (2003) para fins estruturais. A dosagem dos insumos (areia + cimento + brita + água + aditivo) foi a mesma em todas as misturas, sendo a dosagem das fibras a responsável pelas alterações nos valores obtidos.

No que diz respeito ao ensaio de compressão axial, o melhor resultado foi obtido no concreto com 2% de bambu, o qual apresentou um aumento de 41% em relação à mistura padrão e 21,6% em relação à mesma dosagem com cana-de-açúcar. No ensaio de resistência à tração por compressão diametral o maior valor obtido também foi com o concreto com adição de 2%.

No ensaio de tração na flexão, o concreto com 5% de cana-de-açúcar foi o que apresentou o melhor resultado, de 5,8 MPa, tendo um aumento de 247% em relação ao concreto sem adição de fibra e 7 % em relação a mesma dosagem com bambu. No módulo de elasticidade as dosagens de cana tiveram um ligeiro decréscimo, ao contrário das dosagens de bambu, que tiveram um ligeiro aumento. No entanto, os valores obtidos foram próximos ao padrão, sem variação significativa.

Em virtude dos dados obtidos, os empregos das fibras têm grandes benefícios. Dentro das porcentagens propostas, a mais recomendada é a 2 % de bambu, sendo essa a detentora dos melhores resultados.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à UEMG, Campus João Monlevade e à UNIFEI, Campus Avançado de Itabira, pelo apoio a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12142 / MB 3483: Concreto – Determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos. (Procedimento). Rio de Janeiro, dezembro de 1991. 3 págs.
2. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5736: Cimento Portland pozolânico (Especificação). Rio de Janeiro, Julho de 1991.
3. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5738 – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. ABNT, Rio de Janeiro, 2003.
4. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. ABNT, Rio de Janeiro, 2007.
5. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7222- Concreto e argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. ABNT, Rio de Janeiro. 201.
6. Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, http://www.abcp.org.br//conteudo/wp-content/uploads/2009/12/BT106_2003.pdf, Acessado em Setembro de 2014.
7. BOUASKER, Marwen et al. Physical Characterization of Natural Straw Fibers as Aggregates for Construction Materials Applications. *Materials*, v. 7, n. 4, p. 3034-3048, 2014.
8. CHAUHAN, A., and PRIYANKA C. "Natural Fibers Reinforced Advanced Materials." *Journal of Chemical Engineering & Process Technology*, 2013.
9. COUTTS, R. S. P. "Sticks and stones...!" *Forest products newsletter*, CSIRO division of chemical and wood technology, v. 2, n.1, 1986.

10. DA COSTA CORREIA, Viviane et al. Potential of bamboo organosolv pulp as a reinforcing element in fiber–cement materials. *Construction and Building Materials*, v. 72, p. 65-71, 2014.
11. DE CARVALHO, Mariana; CUNHA, Jesiel. ANÁLISE NUMÉRICA DO COMPORTAMENTO ESTRUTURAL DE LAJES DE CONCRETO REFORÇADAS COM COMPOSTOS EPÓXI/FIBRAS VEGETAIS. *Horizonte Científico*, v. 6, n. 2, 2012..
12. DE LIMA, Bárbara Silveira et al. Influência da fibra de curauá em compósitos cimentícios: verificação da resistência à flexão e da resistência à compressão. *Revista de Iniciação Científica da ULBRA*, v. 1, n. 9, 2013.
13. GUARNIERI, Gustavo et al. PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE CONCRETO COM ADIÇÃO DE FIBRAS. *Cadernos de Prospecção*, v. 7, n. 3, p. 368, 2014.
14. KISHIMOTO, Tizuko M.; OLIVEIRA-FORMOSINHO, Júlia. *Tecnologia do Concreto*. Bookman Editora, 2013.
15. LÜ, Xiaoshu et al. Insulation Materials Made with Vegetable Fibres. In: *Nearly Zero Energy Building Refurbishment*. Springer London, 2013. p. 411-455.
16. MEHRABIAN, Ali; BUCHANAN, Walter W. Implementation of sustainable construction basics in a construction materials and methods course. In: *Proceedings of International Conference on Engineering and Computer Education*. 2013. p. 25-27.
17. NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. ABNT, Rio de Janeiro, 2003.
18. NBR 8522: Concreto – Determinação do módulo estático de elasticidade à compressão e Diagrama Tensão-Deformação – Método de Ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
19. RAJI, Mustapha A. Architecture and Emerging Cities: The Impact of Technological Change in Building Material A Study of Minna, Nigeria. *Arts and Design Studies*, v. 7, p. 19-48, 2013.
20. SALVADOR, Renan Pícolo; FIGUEIREDO, Antônio Domingues de. Comparative evaluation of the mechanical behavior of synthetic and steel fiber-reinforced concrete. *Matéria (Rio de Janeiro)*, v. 18, n. 2, p. 1273-1285, 2013.
21. TAILOR, G.D. *Materials in Construction*. In: London: Longman Scientific e Technical, 2ª Ed. 284 p.1994.
22. TAVARES, S. S., TEIXEIRA, R. L. P., GOUVEIA, L. L. A., FERREIRA, B. H. M. ; OLIVEIRA, C. A. S., FERREIRA, C. R. Estudo comparativo das propriedades mecânicas do concreto padrão e concreto com a adição de fibras vegetais.. In: *CONGRESSO ANUAL DA ABM - INTERNACIONAL 69, 2014, São Paulo. Anais eletrônicos...* São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração, 2014. Disponível em: <http://www.abmbrasil.com.br/anais>. Acesso em: 05 de Agosto de 2014.
23. WILLIAMS PORTAL, Natalie et al. Sustainable Potential of Textile-Reinforced Concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 2014.